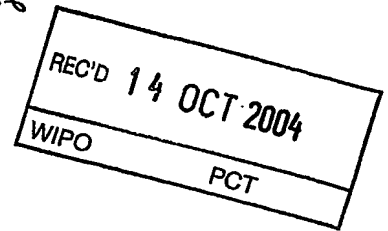


EP04/10156

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

103 41 896.2

Anmeldetag:

10. September 2003

Anmelder/Inhaber:

Uhde GmbH, 44141 Dortmund/DE

Bezeichnung:

Mehrphasen-Flüssigkeitsverteiler für einen Riesel-
bettreaktor

IPC:

B 01 J 19/24

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 7. September 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
-Im Auftrag-

Faust

Mehrphasen-Flüssigkeitsverteiler für einen Rieselbettreaktor

[0001] Die Erfindung betrifft einen Flüssigkeitsverteiler für 2 gleichmäßig zu verteilende, flüssige Phasen in eine Vielzahl von Rohren eines aufrecht stehenden Rohrbündelreaktors. Derartige Rohrbündelreaktoren dienen zur Durchführung chemischer Reaktionen, die entweder stark exotherm oder endotherm ablaufen und bei denen ein bestimmtes Temperaturintervall eingehalten werden muss. Während die chemische Reaktion im Innenraum der Rohre abläuft, werden die Rohre auf der Außenseite temperiert, d.h. entweder gekühlt oder beheizt. Die Rohre werden üblicherweise ober- und unterseitig durch Rohrböden gehalten und dadurch gegenüber dem Rohraußenraum abgeschlossen bzw. abgedichtet. Ferner weisen übliche Rohrbündelreaktoren einen Außenmantel auf sowie Öffnungen für Zu- und Ableitungen sowie für Montagezwecke auf. Der Außenmantel begrenzt üblicherweise auch den Verteilerraum oberhalb des Rohrbodens nach außen.

[0002] Schwierigkeiten bereitet in solchen Reaktoren die gleichmäßige Eindosierung der Reaktanden, insbesondere wenn es sich um zwei nicht miteinander mischbare Flüssigkeiten handelt, die wegen ihrer Nicht-Mischbarkeit nicht vorgemischt werden können und daher getrennt voneinander in die einzelnen Rohre des Rohrbündels eingebracht werden müssen, ferner entstehen Schwierigkeiten auch dann, wenn es sich bei einer der beiden Flüssigkeiten oder bei beiden um jeweils kleine Durchsatzmengen handelt.

[0003] Eine weitere Schwierigkeit besteht in Fällen, wo außer den beiden Flüssigkeiten noch ein Gasstrom in die einzelnen Rohre des Rohrbündels eingeleitet werden soll, sei es als weiteres Reaktionsmedium oder als Strippmedium für Reaktionsprodukte oder zum Ausspülen unerwünschter Nebenprodukte. Eine solche Schwierigkeit tritt regelmäßig dann auf, wenn die Rohrbündelreaktoren Schüttungen enthalten, etwa Katalysatorschüttungen oder Trägermaterial für biologische Prozesse, und eine Betriebsweise als Rieselbettreaktor vorgesehen ist.

[0004] Schwierigkeiten der oben genannten Art können sich auch gegenseitig verstärken, wenn sich Gasströmung und Flüssigkeitstropfen oder feine Flüssigkeitsstrahlen gegenseitig beeinflussen, etwa Flüssigkeit verweht wird.

[0005] Eine weitere Schwierigkeit kann dann entstehen, wenn wechselnde Betriebsbedingungen auftreten. Dies ist dann der Fall, wenn zyklische Regeneration von

Katalysatormaterial oder ein Ausspülen von biologischem Material erforderlich ist und der Verteiler auch Mengenströme bewältigen muss, die von denen im normalen Betrieb deutlich verschieden sind.

5 **[0006]** Die Aufgabe der Erfindung ist daher, ein Verteilersystem für 2 gleichmäßig zu verteilende, flüssige Phasen in eine Vielzahl von Rohren eines aufrecht stehenden Rohrbündelreaktors zur Durchführung chemischer Reaktionen zur Verfügung zu stellen, mit dem die oben beschriebenen Schwierigkeiten bewältigt werden können.

10 **[0007]** Die Erfindung löst die Aufgabe durch einen Flüssigkeitsverteiler für 2 gleichmäßig zu verteilende, flüssige Phasen in eine Vielzahl von Rohren eines aufrecht stehenden Rohrbündelreaktors zur Durchführung chemischer Reaktionen, wobei die Innenräume der das Rohrbündel bildenden Rohre für einen Rieselbettbetrieb vorgesehen sind, die Rohre ober- und unterseitig durch Rohrböden gehalten und gegenüber dem Rohraußenraum abgeschlossen werden, oberhalb des oberen Rohrbodens ein Verteilerraum angeordnet ist, der Zuführungen für zwei verschiedene Flüssigkeiten und mindestens eine Gasphase enthält, und

- direkt oberhalb des Rohrbodens oder darauf ein erstes Flüssigkeitsverteilungssystem angeordnet ist,
- 20 • welches mit mindestens einer äußeren Zuführungseinrichtung verbunden ist und ein außerhalb des Rohrspiegels gelegenes, ringförmiges Wehr mit untenliegenden Öffnungen und eine Vielzahl von Einlauffüllen enthält,
- wobei jedem der Rohre des Rohrbündels eine Einlauffülle oberseitig zugeordnet ist, die Einlauffüllen rohrförmig ausgebildet und vertikal ausgerichtet sind und je mindestens eine seitliche und eine weitere, oberhalb des Rohrbodens gelegene Öffnung größeren Querschnitts aufweisen sowie zum jeweils zugeordneten Rohr des Rohrbündels unterseitig hin offen sind, und
- 25 • oberhalb des ersten Flüssigkeitsverteilungssystems ein zweites Flüssigkeitsverteilungssystem angeordnet ist,
- 30 • welches mit mindestens einer anderen äußeren Zuführungseinrichtung verbunden ist und einen oberen und einen unteren Verteilerboden enthält,
- wobei der untere Verteilerboden eine Vielzahl von Öffnungen enthält, die fluchtend oberhalb der Einlauffüllen des ersten Flüssigkeitsverteilungssystems angeordnet sind sowie mindestens eine Einrichtung zur Einstellung einer gleichmäßigen Flüssigkeitshöhe über den Öffnungen aufweist,
- 35 • wobei der obere Verteilerboden mit der Zuführungseinrichtung für Flüssigkeit verbunden ist und eine Vielzahl von Überlaufwehren enthält, aus denen die

Flüssigkeit in den unteren Verteilerboden ablaufen kann und jedes der Überlaufwehre einer Vielzahl von Öffnungen des unteren Verteilerbodens zugeordnet ist.

5 **[0008]** Die Funktionsweise ist hierbei folgende: Die erste Flüssigkeit wird von außen in den Verteilerraum eingeführt, dies kann z.B. seitlich durch einen Ringverteiler üblicher Bauart oder anderweitig erfolgen. Die Turbulenz dieser Einlaufströmung wird durch das ringförmige Wehr gebrochen, so dass nur eine ruhige, im wesentlichen gleichförmige oder laminare Strömung durch die unterhalb des Flüssigkeitsspiegels
10 befindlichen Öffnungen des Wehrs in den Bereich der Einlauffüllen gelangt. Durch die seitlichen Öffnungen der Einlauffüllen gelangt die erste Flüssigkeit in das Rohrrinnere und läuft an der Rohrrinnenwand herunter bis in die in den Rohren befindliche Rieselbett-Schüttung. Die Ausprägung der Öffnungen definiert hierbei ebenso wie die einstellbare Flüssigkeitshöhe den Durchsatz durch die Öffnungen.

15 **[0009]** Die zweite Flüssigkeit wird, beispielsweise von oben, auf einen als Vorverteiler wirkenden oberen Verteilerboden aufgebracht, über dessen Überlaufwehre die zweite Flüssigkeit auf einen als Feinverteiler wirkenden und z.B. als Lochverteiler ausgeführten unteren Verteilerboden läuft. Durch die Öffnungen des Lochverters rinnt
20 die zweite Flüssigkeit von oben in die Einlauffüllen herunter, trifft sie im Idealfall mittig und fällt direkt weiter auf die in den Rohren befindliche Rieselbett-Schüttung, wo der Kontakt mit der ersten Flüssigkeit erfolgt. Wie im ersten Verteilungssystem definiert die Ausprägung der Öffnungen hierbei ebenso wie die einstellbare Flüssigkeitshöhe den Durchsatz durch die Öffnungen.

25 **[0010]** Das zuzuführende Gas kann an einer beliebigen Stelle oberhalb des ersten Verteilungssystems oberhalb des Flüssigkeitsspiegels eingeleitet werden und tritt über die obere Öffnung der Einlauffüllen in den Rieselbettraum ein.

30 **[0011]** Im Falle von Spülvorgängen, etwa im Zusammenhang mit einer Regeneration der Schüttung, kann die obere Öffnung, die einen größeren Querschnitt als die untere Öffnung aufweist, dazu genutzt werden, deutlich größere Durchsatzmengen in die Schüttung einzubringen.

35 **[0012]** Sofern in den Flüssigkeiten partikelförmige Verunreinigungen mitgeführt werden, die die Öffnungen der Einlauffüllen oder des Lochbodens zusetzen könnten, bewirkt die Höhe der seitlichen Öffnungen der Einlauffüllen als auch die Höhe der Ü-

berlaufwehre des oberen Verteilerbodens, dass sich größere Partikel am jeweiligen Boden in den Ruhezonen der jeweiligen Flüssigkeitsströmung ansammeln können, ohne in die Öffnungen mitgerissen zu werden, was ein Vorteil der Erfindung ist.

5 **[0013]** In Ausgestaltungen der Erfindung weisen die Einlauffüllen mindestens eine tiefer gelegene, kleinere seitliche Bohrung und mindestens eine höher gelegene, größere seitliche Bohrung auf. Durch die tiefer gelegene, kleinere Bohrung wird eine definierte Öffnung für die zu verteilende Flüssigkeit geschaffen. Die höher gelegene, größere Bohrung dient dem Eintrag von Gas und Spülflüssigkeit. Sie sollte deutlich oberhalb des vorgesehenen Flüssigkeitsspiegels des Rohrbodens angebracht sein.

15 **[0014]** Statt Bohrungen können die Öffnungen auch als Einkerbungen ausgeführt werden, wie sie z.B. in der DE 29 19 462 A 1, Fig. 1 und Fig. 1A, für gestreckte Verteilerbauformen vorgesehen worden sind. Die Einkerbungen können sowohl als gerade Schlitze als auch keilförmig ausgeführt werden. Auch können in den Einkerbungen der Einlauffüllen drahtförmige Rinnhilfen angebracht werden, an denen die Flüssigkeit auf der Innenseite der Einlauffüllen herabrinnen kann.

20 **[0016]** In weiteren Ausgestaltungen der Erfindung kann vorgesehen werden, dass das obere Flüssigkeitsverteilungssystem auf den Einlauffüllen des unteren Flüssigkeitsverteilungssystems aufliegt. Hierdurch kann eine besonders stabile Bauweise erreicht werden, auch vereinfacht sich die Aufgabe der exakten waagerechten Ausrichtung des unteren Verteilerbodens gegenüber einer freitragenden Konstruktion erheblich, was ein Vorteil der Erfindung ist.

25 **[0017]** Vorteilhafterweise wird der Flüssigkeitsverteiler zerlegbar und modular aufgebaut, z.B. wabenförmig, wenn der Rohrspiegel des Rohrbündels eine Dreiecksteilung aufweist. Besonders vorteilhaft kann eine modulare Bauweise dann verwirklicht werden, wenn alle Verteilungssysteme aufeinander aufliegen. Idealerweise sind die
30 einzelnen Teile steckbar.

35 **[0018]** In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weisen die Überlaufwehre des oberen Verteilerbodens des zweiten Flüssigkeitsverteilungssystems an ihrer Oberkante oder Unterkante oder beiden eine gezackte Form auf.

[0019] In weiteren Ausgestaltungen der Erfindung wird der untere Verteilerboden an seinen Öffnungen mit Ablaufhilfen versehen, damit ein seitliches Verlaufen aufgrund

von Oberflächenspannung vermieden wird. Der untere Verteilerboden kann auch, in Anlehnung an die Fig. 4 der DE-OS 22 12 816 mit Überlaufwehren ausgestattet werden, die jeweils 3 um 120 Grad versetzte Abläufe aufweisen, welche jeweils fluchtend je einer Einlauftülle zugeordnet sind. Wie auch die eingekerbten Einlauftüllen können sie mit Ablaufhilfen, etwa aus Drähten, versehen sein.

[0020] In weiteren Ausgestaltungen der Erfindung sind die Einlauftüllen mit dem Rohrboden und den Rohren formschlüssig verbunden. Dies kann dadurch geschehen, dass die Einlauftüllen in die Rohrenden eingewalzt werden. Statt der Einlauftüllen können auch Steckhülsen oder andere Aufnahmevorrichtungen an den Rohrenden angebracht werden, um eine steckbare Vorrichtung zu schaffen.

[0021] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Skizzen näher erläutert, wobei die erfindungsgemäße Vorrichtung aber nicht auf diese beispielhaften Ausführungsformen beschränkt ist.

Fig. 1 zeigt einen Seitenschnitt durch eine mit einer Bohrung versehene Einlauftülle

Fig. 2 zeigt eine Ausschnittsskizze des mit Flüssigkeit beaufschlagten Verteilers

[0022] Fig.1 zeigt eine Einlauftülle 1 mit einer oberen Öffnung 2, einer unteren Öffnung 3, einem Absatz 4, der zur Aufnahme der Einlauftülle 1 in den Rohrboden dient und die Bohrung 5, durch die die zu verteilende Flüssigkeit in die Einlauftülle gelangen soll.

[0023] Fig. 2 zeigt die Einlauftülle 1 mit der oberen Öffnung 2, der unteren Öffnung 3, dem Absatz 4, der zur Aufnahme der Einlauftülle 1 in den Rohrboden 6 dient und die Bohrung 5, durch die die zu verteilende erste Flüssigkeit 7 in die Einlauftülle 1 gelangen soll. Die Flüssigkeit 7 läuft durch die Bohrung 5 und rinnt, einen Auslaufkegel 8 bildend, an der Innenwand der Einlauftülle 1 durch Schwerkraft nach unten und gelangt auf die Schüttung 9 in den Rohren 10. Zur Veranschaulichung sind noch weitere Einlauftüllen (ohne Schraffuren und Ziffern) angedeutet, deren Funktion und Aufbau identisch sind.

[0024] Die zweite zu verteilende Flüssigkeit 11 auf dem Vorverteilerboden 12 läuft über die gezackte Oberkante 13 des Überlaufwehres 14 und gelangt auf den gelochten Feinverteiler 15, wo sie eine Flüssigkeitsschicht 16 bildet. Durch die Bohrungen 17 und die oberen Öffnungen 2 der Einlauftüllen 1 fällt die zweite Flüssigkeit 11 direkt auf die Schüttung 9.

[0025] Bezugszeichenliste

- 1 Einlauftülle
- 2 obere Öffnung
- 3 untere Öffnung
- 4 Absatz
- 5 Bohrung
- 6 Rohrboden
- 7 erste Flüssigkeit
- 8 Auslaufkegel
- 9 Schüttung
- 10 Rohr
- 11 zweite Flüssigkeit
- 12 Vorverteilerboden
- 13 gezackte Oberkante
- 14 Überlaufwehr
- 15 gelochter Feinverteiler
- 16 Flüssigkeitsschicht
- 17 Bohrungen

Patentansprüche

1. Flüssigkeitsverteiler für 2 gleichmäßig zu verteilende, flüssige Phasen in eine Vielzahl von Rohren eines aufrecht stehenden Rohrbündelreaktors zur Durchführung chemischer Reaktionen, wobei die Innenräume der das Rohrbündel bildenden Rohre für einen Rieselbettbetrieb vorgesehen sind, die Rohre ober- und unterseitig durch Rohrböden gehalten und gegenüber dem Rohraußenraum abgeschlossen werden, oberhalb des oberen Rohrbodens ein Verteilerraum angeordnet ist, der Zuführungen für zwei verschiedene Flüssigkeiten und mindestens eine Gasphase enthält,

dadurch gekennzeichnet, dass

- direkt oberhalb des Rohrbodens oder darauf ein erstes Flüssigkeitsverteilungssystem angeordnet ist,
 - welches mit mindestens einer äußeren Zuführungseinrichtung verbunden ist und ein außerhalb des Rohrspiegels gelegenes, ringförmiges Wehr mit untenliegenden Öffnungen und eine Vielzahl von Einlauffüllen enthält,
 - wobei jedem der Rohre des Rohrbündels eine Einlauffülle oberseitig zugeordnet ist, die Einlauffüllen rohrförmig ausgebildet und vertikal ausgerichtet sind und je mindestens eine seitliche und eine weitere, oberhalb des Rohrbodens gelegene Öffnung aufweisen sowie zum jeweils zugeordneten Rohr des Rohrbündels unterseitig hin offen sind, und
- oberhalb des ersten Flüssigkeitsverteilungssystems ein zweites Flüssigkeitsverteilungssystem angeordnet ist,
 - welches mit mindestens einer anderen äußeren Zuführungseinrichtung verbunden ist und einen oberen und einen unteren Verteilerboden enthält,
 - wobei der untere Verteilerboden eine Vielzahl von Öffnungen enthält, die fluchtend oberhalb der Einlauffüllen des ersten Flüssigkeitsverteilungssystems angeordnet sind sowie mindestens eine Einrichtung zur Einstellung einer gleichmäßigen Flüssigkeitshöhe über den Öffnungen aufweist,
 - wobei der obere Verteilerboden mit der Zuführungseinrichtung für Flüssigkeit verbunden ist und eine Vielzahl von Überlaufwehren enthält, aus denen die Flüssigkeit in den unteren Verteilerboden ablaufen kann und jedes der Überlaufwehre einer Vielzahl von Öffnungen des unteren Verteilerbodens zugeordnet ist.

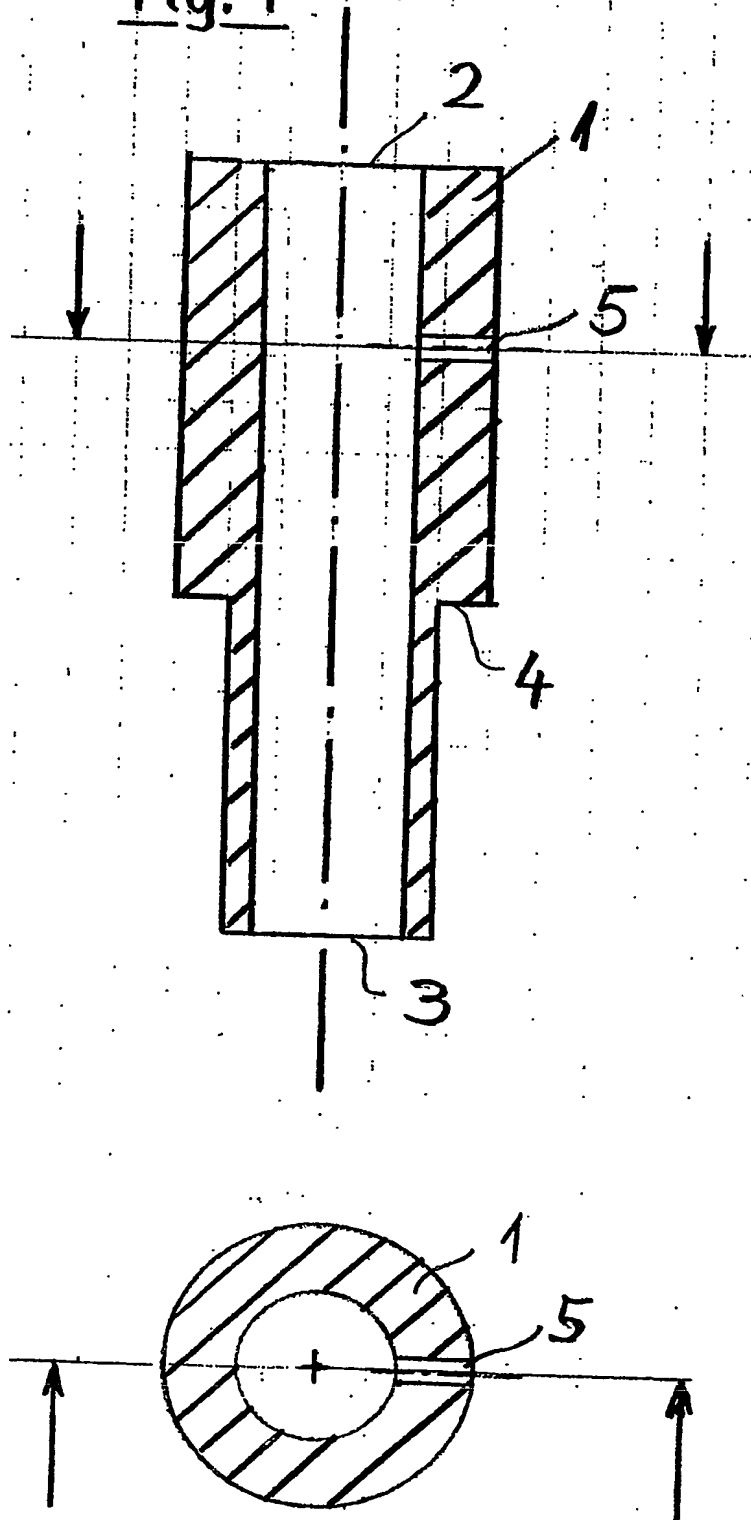
2. Flüssigkeitsverteiler gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlauffüllen mindestens eine tiefer gelegene, kleinere seitliche Bohrung und mindes-

tens eine höher gelegene, größere seitliche Bohrung aufweisen.

3. Flüssigkeitsverteiler gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einlauftüllen mindestens eine seitliche Einkerbung aufweisen, durch welche Flüssigkeit vom Rohrboden in das Rohrrinnere fließen kann.
4. Flüssigkeitsverteiler gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Einkerbungen der Einlauftüllen drahtförmige Rinnhilfen angebracht werden, an denen die Flüssigkeit auf der Innenseite der Einlauftüllen herabrinnen kann.
5. Flüssigkeitsverteiler gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das obere Flüssigkeitsverteilungssystem auf den Einlauftüllen des unteren Flüssigkeitsverteilungssystems aufliegt.
6. Flüssigkeitsverteiler gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass er zerlegbar und modular aufgebaut ist.
7. Flüssigkeitsverteiler gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die einzelnen Teile steckbar sind.
8. Flüssigkeitsverteiler gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Überlaufwehre des oberen Verteilerbodens des zweiten Flüssigkeitsverteilungssystems an ihrer Oberkante oder Unterkante oder beiden eine gezackte Form aufweisen.
9. Flüssigkeitsverteiler gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der untere Verteilerboden mit Überlaufwehren ausgestattet wird, die jeweils 3 um 120 Grad versetzte Abläufe aufweisen, welche jeweils fluchtend je einer Einlauftülle zugeordnet sind.
10. Flüssigkeitsverteiler gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der untere Verteilerboden an seinen Öffnungen mit Ablaufhilfen versehen wird.
11. Flüssigkeitsverteiler gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einlauftüllen mit dem Rohrboden und den Rohren formschlüssig verbunden sind.

12. Flüssigkeitsverteiler gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlauffüllen in die Rohrenden eingewalzt sind.

Fig. 1



BEST AVAILABLE COPY

Zusammenfassung

Flüssigkeitsverteiler für 2 gleichmäßig zu verteilende, flüssige Phasen in eine Vielzahl von Rohren eines aufrecht stehenden Rohrbündelreaktors zur Durchführung chemischer Reaktionen, wobei die Innenräume der das Rohrbündel bildenden Rohre für einen Rieselbettbetrieb vorgesehen sind, die Rohre ober- und unterseitig durch Rohrböden gehalten und gegenüber dem Rohraußenraum abgeschlossen werden, oberhalb des oberen Rohrbodens ein Verteilerraum angeordnet ist, der Zuführungen für zwei verschiedene Flüssigkeiten und mindestens eine Gasphase enthält, wobei direkt oberhalb des Rohrbodens oder darauf ein erstes Flüssigkeitsverteilungssystem angeordnet ist, welches mit mindestens einer äußeren Zuführungseinrichtung verbunden ist und ein außerhalb des Rohrspiegels gelegenes, ringförmiges Wehr mit untenliegenden Öffnungen und eine Vielzahl von Einlauftüllen enthält, wobei jedem der Rohre des Rohrbündels eine Einlauftülle oberseitig zugeordnet ist, die Einlauftüllen rohrförmig ausgebildet und vertikal ausgerichtet sind und je mindestens eine seitliche und eine weitere, oberhalb des Rohrbodens gelegene Öffnung aufweisen sowie zum jeweils zugeordneten Rohr des Rohrbündels unterseitig hin offen sind, und oberhalb des ersten Flüssigkeitsverteilungssystems ein zweites Flüssigkeitsverteilungssystem angeordnet ist, welches mit mindestens einer anderen äußeren Zuführungseinrichtung verbunden ist und einen oberen und einen unteren Verteilerboden enthält, wobei der untere Verteilerboden eine Vielzahl von Öffnungen enthält, die fluchtend oberhalb der Einlauftüllen des ersten Flüssigkeitsverteilungssystems angeordnet sind sowie mindestens eine Einrichtung zur Einstellung einer gleichmäßigen Flüssigkeitshöhe über den Öffnungen aufweist, wobei der obere Verteilerboden mit der Zuführungseinrichtung für Flüssigkeit verbunden ist und eine Vielzahl von Überlaufwehren enthält, aus denen die Flüssigkeit in den unteren Verteilerboden ablaufen kann und jedes der Überlaufwehre einer Vielzahl von Öffnungen des unteren Verteilerbodens zugeordnet ist.

(Mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Fig. 2)